Einfluss des constanten elektrischen Stromes auf die Bakterien.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 12. October 1892

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Samuel Krüger

aus s'Gravenhage in Holland.

OPPONENTEN:

Hr. Dr. med. P. Scheer.
- Cand. med. A. v. Grabowski.
- Dr. med. H. Cleves-Symmes.

BERLIN.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke).

Linienstrasse 158.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535713_0064

Meinen theuren Eltern.

Die Vernichtung der Bakterien, welche mit ihrer verderblichen Wachsthumsenergie dem Menschen so oft furchtbar werden können, hat von jeher die Forscher beschäftigt. Zuerst sind es die chemischen Mittel, welche in ihrem Einfluss diesen niedrigsten Lebewesen gegenüber von den grossen Meistern der Bakteriologie in eingehender und erschöpfender Weise behandelt worden sind, so dass kaum noch etwas erübrigt, was Anspruch auf nähere Berücksichtigung machen könnte.

Sodann nimmt die Wärme hauptsächlich in hohen Temperaturgraden unter den Feinden der Bakterien eine sehr hohe Stelle ein. Sie ist das sicherste und praktischste Mittel, um die Mikroben in allen Gestalten, sei es als ausgebildete Bakterien oder als resistente Sporen, zu vernichten. Wusste man auch schon lange

vorher, ehe die Bakteriologie mit wissenschaftlicher Gründlichkeit und Schärfe ihren Weg verfolgte, dass hohe Wärmegrade im Stande wären, Flüssigkeiten, in denen sich kleinste Lebewesen aufhielten, zu sterilisiren, so haben doch erst Pasteur und Koch mit ihren Schulen durch exacte und völlig einwandsfreie Versuche festzustellen gewusst, welche Temperaturgrade erforderlich sind, um in einer bestimmten Zeit mit absoluter Gewissheit die Bakterien in ihrem Wachsthum zu hemmen oder völlig abzutödten.

Doch auch niedrige Wärmegrade vermögen der Entwicklung der Mikroben Einhalt zu thun, allerdings ohne das Leben derselben zu vernichten. Es tritt eine Art von Kältestarre ein, aus der sich die Zellen sehr bald erholen, wenn sie wieder unter günstigere Lebensbedingungen kommen. Ja es hat fast den Anschein, als ob dieselben einer zerstörenden Einwirkung der Kälte sehr grossen Widerstand entgegenzusetzen im Stande sind. Wenigstens hat man bei verschiedenen, sonst recht empfind-

lichen Bakterienarten, z. B. Milzbrand, die Erfahrung gemacht, dass sie selbst hohe Kältegrade zu überdauern vermögen, ohne in ihrer Entwicklungs- und Lebensfähigkeit Schaden zu leiden.

Schliesslich ist noch der Einfluss des Lichtes auf die Mikroorganismen zu erwähnen. Während das zerstreute Licht des Tages für das Gedeihen der Bakterien ohne Bedeutung ist, hat das Sonnenlicht nach den übereinstimmenden Untersuchungen verschiedener Forscher, von denen ich Duclaux und Arloing nennen will, eine schädigende und sogar vernichtende Wirkung selbst auf die widerstandsfähigsten Formen der Mikroorganismen. Milzbrandsporen verlieren in Flüssigkeiten bei unmittelbarer Besonnung in wenigen Stunden ihre Entwicklungsfähigkeit. Während so die chemischen Stoffe, Temperatur und Licht in ihrem Einfluss auf die Bakterien in eingehender Weise studirt sind, hat man der Elektricität in bakteriologischen Kreisen geringe Beachtung geschenkt.

Nur wenige Untersuchungen auf diesem unerforschten Gebiete liegen in der Litteratur vor. Sei es mir gestattet, einiges davon mit einem kurzen Seitenblick zu streifen.

Hier sind es zunächst die Untersuchungen von W. Spilcker und A. Gottstein über die Vernichtung von Mikroorganismen durch die Inductionselektricität, welche unser Interesse erregen. Die in dieser Arbeit geübte Versuchsanordnung war diejenige, dass das Glasgefäss mit der zu prüfenden Flüssigkeit mit Draht spiralig umwunden oder in eine frei hängende Drahtspirale hineingestellt wurde, durch welche der Strom von einer Dynamomaschine oder von Accumulatoren hindurchging. Eine Aufschwemmung von Micrococcus prodigiosus, in Glasröhren oder Reagensgläser gefüllt, sei durch einen Strom von 2,5 Amp. in 24 Stunden bei obiger Anordnung sterilisirt worden. Die davon nach Schluss der Behandlung angelegten Culturen hätten kein Wachsthum gezeigt, während die Controlproben üppig gediehen. Um

dem Einwand zu begegnen, als ob das Fehlen von Nährsubstanz die Bakterien nachtheilig beeinflusse, wurde von Spilcker und Gottstein zu den Bakterienaufschwemmungen von Prodigiosus in Wasser ein Zusatz von Nährgelatine hinzugefügt. Die so präparirte Flüssigkeit wurde sodann in vier Glasröhrchen vertheilt und längere oder kürzere Zeit mit verschiedenen Stromstärken behandelt.

1. Röhrchen	wird	22	Std.		mit	5	Amp.
2. „	„	21	„		„	5	„
3. „	„	4	„		„	10	„
4. „	„	1	„	20 Min.	„	12,5	„

behandelt. Alle vier Versuche sollen ergeben haben, dass die entnommenen Proben auf der Platte vollkommen steril blieben, während die Controlplatten Wachsthum zeigten. Mit Milch dagegen habe man nicht dasselbe Resultat erzielen können, indem Bakterien, die in dieser Flüssigkeit aufgeschwemmt waren, durch Behandlung mit dem Strom nur Abschwächung der Wachsthumsenergie erkennen liessen.

Bei den Untersuchungen über die Stärke des Stromes, die Dauer der Behandlung und den Zustand der Flüssigkeit habe sich das Resultat ergeben, dass man gut thut, nicht unter eine Stärke von etwa zehn bis zwölf Amp. für den Querschnitt der angewendeten Röhren (3,5 cm) herabzugehen.

Von ganz wesentlichem Einfluss sei ferner die Zeitdauer der Einwirkung. Bei einer Behandlung unterhalb der Zeit einer Stunde sei niemals eine Sterilisirung der Flüssigkeit, sondern ähnlich wie bei der Milch nur eine Verzögerung in der Entwicklung der Bakterien gegenüber der Controlplatte erreicht worden.

Von Flüssigkeiten habe sich Blut und Blutwasser besonders zur Sterilisirung durch die elektrische Behandlung geeignet gezeigt, so dass bei einer Stromstärke von 12,5 Amp. pathogene Bakterien, welche darin aufgeschwemmt waren, derart abgeschwächt wurden, dass die Versuchsthiere am Leben blieben. Die Verfasser brachten das günstige Verhalten

des Blutwassers dem elektrischen Strom gegenüber mit seinem Eisengehalt zusammen und hielten diese Ansicht für bewiesen, als sie, nach vergeblichen Versuchen mit verschiedenen Eisensalzen, schliesslich im Ferr. albuminat. ein Mittel entdeckten, welches ebenso wie das Blut, einer Bakterienaufschwemmung zugesetzt, den Sterilisirungsprocess mittelst des umgeleiteten Stromes beschleunigte.

Meinerseits wurden nun derartige Versuche genau in derselben Anordnung gemacht, ohne aber dieselben positiven Resultate verzeichnen zu können. Zuerst benutzte ich auch eine Aufschwemmung von Micrococcus prodigiosus, von dessen Virulenz ich mich durch Anlegen einer Controlcultur auf Gelatine überzeugte. Erstere setzte ich in einem Reagensglase vermittelst einer Spirale aus starkem Kupferdraht dem elektrischen Strome aus genau in der Anordnung, wie sie oben beschrieben ist. Zunächst liess ich den Strom in einer Stärke von 12,5 Amp. während einer Zeitdauer von

20 Minuten durch die Drahtspirale gehen. Die nach beendetem Versuche angelegten Stichculturen zeigten jedoch wider Erwarten ein ebenso rasches und typisches Wachsthum wie die Controlculturen. Da der Strom nur 20 Minuten lang dauernd geschlossen gewesen war, glaubte ich die kurze Zeitdauer für den negativen Ausfall dieses Versuches verantwortlich machen zu müssen und liess desshalb beim nächsten Versuch, der im Uebrigen genau wie der erste angeordnet war, den Strom (12.5 Amp.) 1 Stunde 20 Minuten auf die Flüssigkeit einwirken. Aber auch diesmal erwiesen sich die Bakterien noch recht virulent. Wenn sie auch vorbehandelt anfangs nur zögernd zum Wachsthum schritten, so holten sie das Versäumte doch bald mit doppelter Energie ein.

Sodann setzte ich zu der Aufschwemmung eine geringe Menge von Ferr. albumin., worauf doch die Verfasser, wie oben gezeigt wurde, grossen Werth legen, und behandelte diese Flüssigkeit wieder mit einem Strome von

12,5 Amp. während einer Zeitdauer von 1 Stunde 20 Minuten. Aber auch diesmal gelang es mir nicht, ein absolut positives Resultat zu gewinnen. Die Unterschiede zwischen der nach beendetem Versuche angelegten Stichcultur und dem Controlstich waren zu unbedeutend, als dass man daraus einen Schluss hätte ziehen können.

Ferner habe ich auch noch pathogene Mikroorganismen zu diesen Untersuchungen mitherangezogen, um hier die etwa eintretende Abschwächung der Virulenz näher studiren zu können. Ich benutzte hierzu den Pneumococcus, der sehr geeignet erschien, weil er schon bei verhältnissmässig sehr geringer Steigerung der Temperatur über 40° C. so abgeschwächt wird, dass er von Kaninchen, diesem sonst nie versagenden Material, in grossen Dosen vertragen werden kann. Ich bereitete mir zu diesem Zweck aus dem Herzblut eines eben an typischer Pneumokokkensepticämie eingegangenen Kaninchens eine giftige

Blutaufschwemmung in Wasser und setzte sie in der Spirale einem Strome von 12,5 Amp. 20 Minuten lang aus. Diesmal schien in der That die Wirkung des Stromes stärker zu sein, denn das Kaninchen, welches mit der so vorbehandelten Aufschwemmung geimpft wurde, blieb fünf Tage nachher, wenn auch unter hohem Fieber, am Leben, während sonst die Krankheitsdauer 24—48 Stunden beträgt.

Schliesslich liess ich den Strom noch mit 20—30 Unterbrechungen arbeiten, um festzustellen, ob dadurch vielleicht eine stärkere Einwirkung des in der Drahtspirale fliessenden Stromes auf die innerhalb befindliche Flüssigkeit stattfinde, aber ohne den erhofften Erfolg. Schon aus diesen wenigen Versuchen ist zu ersehen, dass der Strom in der Anordnung, in welcher er von Gottstein und Spilcker zur Anwendung kam, ausserordentlich schwach und unsicher wirkt, ganz abgesehen von dem hohen Preise der erforderlichen Stromstärken. Nebenbei sei noch bemerkt, dass der Name „Induc-

tionselektricität“ nicht ganz glücklich gewählt zu sein scheint. Denn Inductionselektricität entsteht nur in dem geschlossenen secundären Stromleiter bei Stromschwankungen im primären Stromkreise. Stromschwankungen aber kommen hier garnicht in Betracht, da von den Verfassern nur der constante Strom von Maschinen und Accumulatoren zur Anwendung gebracht wurde, man müsste denn etwa die Intensitätsschwankungen beim Schliessen und Oeffnen des Stromes als wirksames Agens ansehen wollen.

Später machte ich Untersuchungen über die directe Einwirkung des constanten Stromes auf die Bakterien.

Da nun aber bei dem Ein- und Austritt des Stromes in Flüssigkeiten die Polarisation und chemische Zersetzung derselben die eigentliche Wirkung der Elektricität fast völlig verdeckt, war es unumgänglich nothwendig, um diese störenden Nebenwirkungen auszuschliessen, sich unpolarisirbarer Elektroden zu bedienen.

Von allen Combinationen, welche zur Vermeidung der Polarisation empfohlen sind, erfüllt doch nur eine nach den sorgfältigsten und genauesten Untersuchungen von E. du Bois-Reymond ihren Zweck vollständig. Es ist dies eine Anordnung, welche darin besteht, dass man amalgamirte Zinkplatten in eine Lösung von Zinksulfat stellt. Verbindet man solche Platten mit den Polen einer galvanischen Kette, lässt den Strom einige Zeit hindurchgehen und verbindet dann dieselben schnell mit einem empfindlichen Galvanometer, so erhält man keinen Ausschlag der Nadel in entgegengesetzter Richtung, was bei der Anwendung anderer Metalle und anderer Flüssigkeiten stets stattfindet.

Ich stellte nun zu meinen Untersuchungen je eine amalgamirte Zinkplatte in ein Wasserglas mit Zinksulfatlösung und brachte jede Platte mit einem Pol einer Kette von 30 Siemenselementen in Verbindung. Beide Wassergläser mit den Platten standen etwa 5—6 cm

von einander entfernt. Um nun den Strom zu schliessen, senkte ich eine Hufeisen- oder U-förmig gebogene Glasröhre[1]), welche an beiden Schenkelöffnungen mit einer Membran überkleidet und mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt war, mit je einem Schenkel in eins der beiden beschriebenen Gläser mit den Zinkplatten. Der Strom trat also bei dieser Anordnung der Elektroden durch die eine Zinkplatte in die Zinksulfatlösung des ersten Glases und von da in die in der hufeisenförmig gebogenen Glasröhre befindliche Flüssigkeit, welche untersucht werden sollte, ein, um sie vermittelst der Zinksulfatlösung und der zweiten Platte des zweiten Glases wieder zu verlassen. Ich benutzte desshalb diese Anordnung, um jederzeit die dem Strome ausgesetzte Flüssigkeitssäule beliebig ein- und ausschalten zu können, ohne den geringsten Zeitverlust, da an der Stellung der Elektroden und der Batterie nichts geändert werden brauchte. Dadurch,

[1]) Der Querschnittsdurchmesser betrug ca. 2 cm.

dass die gebogene Röhre mit ihrer Flüssigkeit herausgehoben wurde, war der Stromkreis geöffnet, wurde sie eingesenkt, so war damit der Schluss des Stromes bedingt. Zu den folgenden Untersuchungen benutzte ich nur eine Kette von Zink-Kupferelementen in der Form, wie sie von Werner v. Siemens zuerst zweckmässig hergestellt sind. Nur diese sind im Stande, Tage, ja Monate lang ununterbrochen zu arbeiten. Die Stromstärke wurde jederzeit durch ein permanent in den äusseren Stromkreis eingeschaltetes Galvanometer (Milliampèremeter) neuester Construction controlirt.

Sämmtliche Apparate hatte Hr. Hirschmann die Güte, für die Untersuchungen zur Verfügung zu stellen. Nur durch seine zuvorkommende Bereitwilligkeit war es möglich, die oft recht verwickelten Verhältnisse klar zu legen, wofür ich mir an dieser Stelle meinen ergebensten Dank auszusprechen erlaube.

Bei allen Versuchen, die ich mit Bakterienculturen bei dieser Anordnung der Elektroden

anstellte, war der Anfangsstrom ziemlich erheblich, unter Umständen 80 M-A, sank aber sehr bald bis auf 30 M-A, bis er bei ungefähr 20 M-A annähernd constant blieb. Regelmässig wurde auch fast sämmtliches Eiweiss, welches in der Bouilloncultur gelöst war, durch die Einwirkung des elektrischen Stromes ausgefällt, so dass es zu Boden sank oder, vom Strom mechanisch mit fortgerissen, sich auf der Membran an der negativen Polseite der hufeisenförmigen Röhre ablagerte und so ein erhebliches Stromhinderniss wurde.

Zuerst suchte ich festzustellen, ob der Strom, in dieser Weise zur Anwendung gebracht, die Bakterien abzutödten im Stande wäre. Ich füllte desshalb die hufeisenförmige Glasröhre mit einer drei Tage alten Bouilloncultur von B. pyocyaneus, von deren Virulenz ich mich durch Anlegung einer Stichcultur auf Gelatine überzeugte, und setzte diese Flüssigkeit zwischen den unpolarisirbaren Elektroden dem constanten Strom aus. Die Stärke desselben war anfangs 80 M-A, sank

aber innerhalb 24 Stunden auf 20 M-A herab. Trotz der anfänglich ziemlich erheblichen Stromstärke, trat doch keine wahrnehmbare Erwärmung der eingeschalteten Flüssigkeit ein, was wohl in dem ansehnlichen Querschnitt der Röhre seinen Grund hat. Nach 24 stündiger Einwirkung des Stromes legte ich von der behandelten Flüssigkeit eine Cultur auf Agar an und liess dann den Strom weiter einwirken, um nach 48 stündiger Dauer wieder eine Cultur anzulegen. In dieser Weise fuhr ich fort, indem ich alle 24 Stunden einen Stich auf Agar oder Gelatine anlegte, dann aber sofort den Strom wieder schloss, bis derselbe ungefähr 120 Stunden im Ganzen auf die eingeschaltete Bakteriencultur eingewirkt hatte.

Das Resultat der Untersuchung war, dass alle angelegten Culturen deutliches Wachsthum zeigten und zwar ganz typisch unter Bildung des bekannten prachtvoll grün fluorescirenden Farbstoffs. Der Strom hatte also bei dieser Anordnung der Elektroden selbst bei Tage

langer Einwirkung die Bakterien weder abtödten noch abschwächen können. Gleiche Versuche wurden noch mit Culturen von Micrococcus prodigiosus u. a. m. gemacht, ergaben aber stets das gleiche Resultat.

Auch Culturen von Cholerabacillen machten hierbei keine Ausnahme; während sie doch nur mässig hohen Temperaturgraden gegenüber sich recht empfindlich zeigen, waren sie nach der Behandlung noch recht wachsthumsfähig, so dass sie, auf frische Nährbouillon übertragen, sehr bald das typische Häutchen an der Oberfläche bildeten.

Sodann ging ich dazu über, den Einfluss des constanten Stromes auf das Wachsthum der Bakterien zu prüfen. Ich füllte zu diesem Zweck die beschriebene hufeisenförmige Röhre mit einfacher Bouillon und sterilisirte sie darauf an zwei verschiedenen Tagen, um sie absolut keimfrei zu machen, impfte sie darauf mit virulentem Prodigiosus und schaltete sie in den Strom ein. Derselbe betrug anfangs

wie bei den früheren Versuchen gegen 80 M-A, sank dann aber innerhalb 24 Stunden auf 30 M-A, während zu gleicher Zeit das Eiweiss des Nährbodens ausgefällt wurde. Nach 24 stündiger Einwirkung war makroskopisch noch kein Wachsthum wahrzunehmen, während die gleichaltrige Controlcultur eine deutliche Farbstoffbildung wenn auch erst schwach zeigte. Nach 48 Stunden war der Strom noch mehr, bis auf 20 M-A gesunken, sonst aber zeigte die von der Elektricität durchströmte Cultur im Aussehen keine Abweichung von dem des vorigen Tages, wohl aber von der Controlcultur, welche sich jetzt an der Oberfläche mit einer schön blutrothen Haut bedeckt hatte. Nach 72 Stunden wurde der Contrast noch grösser, indem die erstere völlig farblos geblieben, die Controlcultur dagegen völlig in allen Theilen roth gefärbt war. Bei diesem Versuch hatte der Strom scheinbar einen Einfluss auf das Wachsthum der Bakterien gehabt, indem er ihre wahrnehmbare Vermehrung

hemmte. Die Entscheidung hierüber konnte ich nur durch Anwendung der festen Nährböden bringen.

Ich füllte desshalb die hufeisenförmige Röhre mit verflüssigter Gelatine, sterilisirte dieselbe zwei Mal 10 Minuten im Dampfkochtopf und liess sie erstarren. Hierauf impfte ich die Oberfläche des Nährbodens, welche sich beim Erstarren oben an der Convexität der Röhre gebildet hatte, mittelst einer Oeffnung, welche zu diesem Zweck an dieser Stelle der Röhre angebracht war, durch mehrere Einstiche mit Prodigiosus.

Hierauf wurde diese Cultur in den Strom gestellt. Diesmal jedoch erreichte derselbe nicht die frühere anfängliche Stärke, sondern betrug nur 60 M-A, obwohl die elektromotorische Kraft der Strom liefernden Kette gleich blieb. Der feste Nährboden musste also der Elektricität grösseren Widerstand entgegensetzen als der flüssige, obwohl doch die leitenden Salze genau in derselben Menge in dem

Gelatinenährboden enthalten sind wie in der Bouillon. Der feste Nährboden hat gerade für diese Versuche den grossen Vortheil, dass man jederzeit makroskopisch das Wachsthum der Bakterien beobachten kann zumal bei Farbstoffbildnern, welche vom Impfstich aus die Gelatine verflüssigen. Thatsächlich bot denn auch die beschriebene, in den Strom eingeschaltete Gelatinecultur in Bezug auf das Wachsthum der Mikroben ein recht übersichtliches Bild. Nach 24 Stunden, hatte sich rings um jeden Impfstich ein kleiner rother Hof gebildet, was auf ein geringes Wachsthum der Mikroorganismen hindeutete. Im Controlstichgelatineröhrchen dagegen war die Umgebung des Impfstiches in ziemlich weitem Umkreise unter Bildung des rothen Farbstoffes verflüssigt. Nach 48 Stunden, während dessen der Strom bis auf 15 M-A sank, war der Unterschied zwischen dem Wachsthum der eingeschalteten und der Controlcultur noch viel hervorstechender; während in der ersteren

die Bakterien im Wachsthum nicht die geringsten Fortschritte gemacht hatten, war in der letzteren schon der dritte Theil der Nährgelatine durch ihre peptonisirende Kraft verflüssigt. Es hatte überhaupt den Anschein, als ob den Bakterien der Nährboden, durch welchen längere Zeit der Strom gegangen, nicht mehr recht zusagte, wenigstens schritten sie, selbst nachdem die eingeschaltete Röhre aus dem Stromkreise herausgenommen war und unter sonst günstigen Verhältnissen aufbewahrt wurde, nur sehr zögernd zum Wachsthum. Andererseits könnte man es als eine Art Starre bezeichnen, in welche sie durch den elektrischen Strom versetzt werden, ähnlich der Wärme- und Kältestarre, und aus der sie sich nur langsam erholen können.

So angenehm auch die Gelatine als Nährboden sonst ist, bietet sie doch bei diesen Versuchen den Nachtheil, dass sie sehr leicht erweicht oder wohl gar flüssig wird, was man durch geeignete Kühlvorrichtungen beseitigen

kann. Ich ging desshalb zu einem Nährboden über, welcher diese Uebelstände nicht zeigt, dem einfachen Agar.

Genau wie bei der Gelatine füllte ich die hufeisenförmige Röhre mit verflüssigtem Agar, liess ihn erstarren und impfte sodann die Oberfläche, welche sich an der Convexität der Röhre gebildet hatte, mittelst der beschriebenen Oeffnung mit Prodigiosus.

Bietet auch der Agar wegen seiner verhältnissmässig festen Consistenz den Bakterien nicht die Möglichkeit, in die Tiefe zu wachsen, so zeigen dieselben doch auf ihm ein sehr ausgeprägtes Oberflächenwachsthum. Gleich nach der Impfung schaltete ich die Röhre in den Strom ein und liess ihn 24 Stunden einwirken. Anfangs betrug auch hier der Strom 60 M-A, sank aber nach 24 Stunden auf 20 M-A herab. In dieser Zeit hatte sich ähnlich wie bei dem vorigen Versuch um den Impfstich ein sehr kleiner Hof von rothem Farbstoff gebildet, während unterdessen der Controlagar sich mit

einem dicken, blutrothen Bakterienrasen in der Länge des ganzen Impfstrichs überzogen hatte.

Recht unangenehm machte sich der Strom dadurch an dem Agar bemerkbar, dass er ihn regelmässig fast in der Mitte zerriss, so dass dadurch eine erhebliche Stromschwächung bedingt wurde. Hatte der Agar von Anfang an viel Condensationswasser, so trat dieses in die Spalte des Nährbodens ein und ersetzte den Defect, wenn auch nur vorläufig, denn nach 48 stündiger Einwirkung des Stromes war auch dieses Wasser verschwunden, wodurch dann die Stromstärke so bedeutend sank, dass nur noch 1—2 M-A hindurchgingen.

Ausserdem trat auch jedesmal eine deutliche Trübung des Agars beim Durchtritt des Stromes ein, welche jedenfalls wie bei den flüssigen Nährböden durch Ausfällung von Eiweiss bedingt ist.

Liess ich den Strom nun 48 Stunden lang auf eine solche Agarcultur einwirken, so liess sich keine wahrnehmbare Vermehrung der

rothen Punkte, welche sich in den ersten 24 Stunden gebildet hatten, feststellen. Es hatte so den Anschein, als ob die Cultur abgestorben war. Uebertrug ich jedoch ein kleines Theilchen aus der Nähe der Impfstelle auf frischen Nährboden, so stellte sich nach einiger Zeit kräftiges Wachsthum ein.

Nahm ich aber die dem Strom ausgesetzte Agarcultur nach 24 Stunden aus demselben heraus und bewahrte sie einige Tage unter günstigen Verhältnissen auf, so stellte sich nach Tagen eine langsam sich auf der Oberfläche des Nährbodens ausbreitende Rothfärbung ein. Nach 48 stündiger Einwirkung des Stromes zeigten die Bakterien auch zu dieser geringen Wachsthumsthätigkeit wenig Neigung.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der constante Strom, mittelst der unpolarisirbaren Elektroden zur Anwendung gebracht, unter möglichstem Ausschluss der chemischen Wirkung der

Ionen, im Stande ist, die Bakterien, wenn auch nicht abzutödten, so doch unzweifelhaft im Wachsthum vollständig aufzuhalten.

Ueber die Fortsetzung der Untersuchungen wird an anderer Stelle berichtet.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, eine ehrenvolle Pflicht zu erfüllen, indem ich Hrn. Geh. Med.-Rath Professor Dr. Leyden für das wohlwollende Interesse, hauptsächlich aber Hrn. Oberarzt Privatdocenten Dr. Klemperer für die gütige Anregung und Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen ehrerbietigsten Dank ausspreche.

Litteratur.

1. W. Spilcker und A. Gottstein: Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Band IX. Jahrg. 1891. — Ueber die Vernichtung von Mikroorganismen durch die Inductionselektricität.

2. Carl Fränkel: Grundriss der Bakterienkunde.

3. I. Rosenthal und M. Bernhardt: Elektricitätslehre für Mediciner und Elektrotherapie.

Thesen.

I.

Der constante elektrische Strom ist nicht im Stande, die Bakterien abzutödten.

II.

Die chemische Natur der immunisirenden und heilenden Bakterienproducte ist bisher nicht erkannt.

III.

Auch abgetödtete Tuberkelbacillen führen zur Knötchenbildung im Organismus.

Lebenslauf.

Verfasser, Samuel Krüger, evangelischer Confession, ist als jüngster Sohn des Pastors Krüger zu s'Gravenhage in Holland am 15. September 1866 geboren. Er besuchte das Gymnasium zu Wittenberg a. E. $9^1/_2$ Jahre lang und absolvirte es zu Ostern 1888. Darauf hat er 5 Semester Medicin in Halle studirt und im 5. Semester als Einjährig-Freiwilliger in der 3. Comp. Magdeburgischen Füsilier-Regiments No. 36 gedient. Die ärztliche Vorprüfung bestand er im März 1890 in Halle. Michaelis 1890 ging er nach Berlin und blieb daselbst bis zur Vollendung seiner Studien. Das Tentamen medicum und das Examen rigorosum bestand er im Juli 1892 in Berlin.

Seine Lehrer waren:

in Halle: Bernstein, Brauns, Döbner, Eberth, Grenacher, Knoblauch, Kraus, Oberst, Volhard, Welcker;

in Berlin: v. Bardeleben, v. Bergmann, B. Fränkel, Fräntzel, Gerhardt, Goldscheider, Gusserow, Klemperer, Leyden, Liebreich, Martin, Olshausen, Rubner, Schlange, Schweigger, Silex, R. Virchow, Winter, J. Wolff.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, sagt Verfasser hiermit seinen besten Dank.